

Міністерство освіти й науки України  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

**Методичні вказівки**  
до розрахункових робот  
з дисципліни “ Мережі зв’язку”  
для студентів радіотехнічного факультету

*Рекомендоване вченою радою радіотехнічного факультету*

Київ  
НТУУ «КПІ»  
2014

[Текст] : метод. вказівки до розрахункових робіт з дисципліни “Мережі зв’язку” для студ. радіотехнічного ф-ту / Уклад. Г.І. Бондаренко - К.: НТУУ “КПІ”, 2014. - 11с.

Гриф надано вченою радою радіотехнічного факультету НТУУ “КПІ”  
(Протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_)

Рекомендоване навчально-методичною комісією радіотехнічного  
факультету  
(Протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_.)

Н а в ч а л ь н е   в и д а н н я

**Методичні вказівки**  
до розрахункових робіт  
з дисципліни “Мережі зв’язку”  
для студентів радіотехнічного факультету

Укладачі *Бондаренко Геннадій Іванович, ст. викладач*

Відповідальний  
редактор *Антипенко Руслан Володимирович, канд. техн., наук, проф.*

Рецензент *Шпилька Олександр Олександрович, канд. техн. наук.*

*За редакцією укладачів*

---

НТУУ «КПІ»  
Радіотехнічний факультет  
03056, Київ, вул. Політехнічна, 12, корп. 17  
Тел./факс (044) 454-92-93  
**Розрахункові роботи з дисципліни**  
**“Мережі зв’язку”**

## 1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Контрольна робота (КР) призначена для розвитку навичок студентів до рішення конкретних практичних питань на основі отриманих знань при вивченні дисципліни «Мережі зв'язки». Одночасно виконання КР сприяє більш глибокому засвоєнню матеріалу, пов'язаного із завданнями дисципліни.

Перед виконанням кожного завдання необхідно вивчити ту частину курсу, яка ставиться до цього завдання. На захисті проводиться співбесіда по виконаних роботах.

Кожний студент виконує шість завдань в одному варіанті.

## 2 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ

При виконанні й оформленні КР слід мати на увазі, що розв'язок завдань слід розташовувати в порядку номерів, зазначених у завданнях, перед розв'язком кожного завдання необхідно написати умову завдання для необхідного варіанта. Кожний студент повинен виконати КР в одному варіанті, причому номер варіанта повинен відповідати тем вказівкам, які є в контрольних завданнях. КР, виконані не по необхідному варіанту, не зачитуються.

Розрахункові формули слід приводити в тексті роботи в загальному виді з поясненням вхідних у них буквених значень. Усі числові значення необхідно представити тільки в основних одиницях.

При одержанні перевіреної роботи студент повинен виправити всі відзначені викладачем помилки й виконати всі зроблені їм вказівки. Якщо робота не зарахована, то її необхідно після переробки, відповідно до вимог викладача подати на повторний розгляд.

Без зарахованих робіт студент до здачі іспиту не допускається.

### 3 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

3.1 Розв'язок завдання першого завдання має своєю метою закріплення матеріалу по вивченню математичних моделей найпростішого й примітивного потоків викликів. Імовірнісний процес надходження викликів найпростішого потоку описується формулою (розподілом) Пуассона:

$$P_i = \frac{Y^i}{i!} e^{-Y}$$

а примітивного - розподілом Бернуллі:

$$P_i = C_N^i a^i (1-a)^{n-i}$$

де  $a = \frac{Y}{N}$  - навантаження, що надходить від одного джерела.

Примітивний потік створюється кінцевим числом джерел, а найпростіший - теоретично нескінченним числом джерел викликів (практично досить, щоб  $N$  було більше 100). Розрахунки розподілу Пуассона й Бернуллі доцільно вести в наступній послідовності. Спочатку, вважаючись  $i=0$ , визначають імовірність відсутності викликів  $P_0$ . Інші  $P_i$  знаходять по рекурентним формулам:

$$P_{j+1} = \frac{Y}{j+1} \times P_{ji} \quad (j=0, 1, 2...) - \text{для найпростішого потоку,}$$

$$P_{j+1} = P_j \frac{N-j}{j+1} \times \frac{a}{1-a} \quad (j=0, 1, 2...) - \text{для примітивного потоку,}$$

де  $j+1=i$ .

Максимальне значення  $i$  при розрахунках  $P_i$  для найпростішого потоку прийняти рівним заданому  $N$  для примітивного потоку.

3.2 Основна мета розв'язку другого завдання полягає в придбанні практичних навичок з розрахунку виникаючого навантаження. Тому що за умовою завдання із усіх можливих результатів, якими може закінчитися зроблений виклик, задана тільки частка розмов, що відбулися  $P_p$ , і розрахунки навантаження виконується по формулі, у якій непродуктивне навантаження розраховується коефіцієнтом  $a$  :

$$y = n c \bar{t} = n c \bar{t}_p p_p \left( 1 + \frac{\bar{t}_{3n} p_{3n} + \bar{t}_{но} p_{но} + \bar{t}_{ош} p_{ош} + \bar{t}_{тех} p_{тех}}{\bar{t}_д} \right) = a n c \bar{t}_p p_p$$

Коефіцієнт  $a$  враховує непродуктивне навантаження при занятті, що не закінчилися розмовою, визначається за відповідним графіком. У результаті розрахунків навантаження виходить в ерлангах, якщо час заняття заданий у годинах.

3.3 Розв'язок завдання 3 має на меті показати залежність пропускної здатності повнодоступного пучка ліній від характеру (класу) джерела потоку викликів.

Обслуговування повнодоступних пучків найпростішого потоку описується першою формулою Ерланга:

$$p_t = p_B = p_H = p_v = E_v(y) = \frac{y^v / v!}{\sum_{i=0}^v \left( y^i / i! \right)}$$

а примітивного потоку - формулою Енгсета:

$$p_i = \left[ \frac{n(n-1) \dots (n-i+1)}{i!} a^i \right] / \left[ \sum_{i=0}^v \frac{n(n-1) \dots (n-j+1)}{j!} a^j \right]$$

Через складність розрахунків пропускної здатності по формулах Ерланга й Енгсета (вони не вирішуються відносно  $y$ ) рекомендується користуватися таблицями Пальма [4] (додаток 3) для найпростішого потоку (табульована формула Ерланга), що стосується таблиць формули Енгсета, то вони зустрічаються рідше. Тому в додатках 1 і 2 наведені відповідно значення функцій Ерланга й Енгсета, необхідні для розв'язку цього завдання.

Помітимо, що тут, як у першому завданні  $y=1$  для найпростішого потоку й  $y=an$  для примітивного потоку, де  $a$  - навантаження, що надходить від одного джерела.

3.4 Розв'язок завдання 4 допоможе придбати навичку по визначенню основних якісних показників роботи приладів керування АТС.

Дослідження систем, що працюють у режимі маркерів АТС, проведене Берком. За допомогою отриманих їм формул побудовані криві, які наведені на мал.1 і 2 додатка 3. Ці криві дають можливість легко визначити значення необхідних величин імовірності очікування понад  $t$  час, тобто  $P_{(g > t)}$  і середнього часу очікування  $t_3 = t_m * g_c$  залежно від навантаження на маркер

$$Y_m = \frac{t_m}{t_6} \times Y_6$$

( $Y$  і  $Y \frac{t_3}{t_m}$  час, обмірюване в одиницях тривалості заняття)

3.5 Завдання 5 рекомендується розв'язати по методу ефективної доступності. У додатку 4 наведені таблиці коефіцієнтів  $a$  і  $b$ . Коефіцієнт  $Q$  прийнятий рівним 0,7. Структурні параметри  $n_A = 15$ ,  $m_A = k_B = 20$ ,  $f = 1$  блоку  $60 \times 80 \times 400$  і  $n_A = 13,33$ ,  $m_A = k_B = 20$ ,  $f = 1$  блоку  $80 \times 120 \times 400$ .

3.6 У завданні 6 розрахункове навантаження враховує хитання навантаження, що надходить на пучок з'єднювальних пристроїв заданої ємності. Її значення визначається по формулі:

$$y_p = y + 0.6742\sqrt{y}$$

За результатами розрахунків рекомендується зробити висновок про величину відносного відхилення розрахункового навантаження від її математичного очікування залежно від величини математичного очікування навантаження:

$$\delta_i = \frac{Y_{i,p} - Y_i}{Y_i}$$

де  $Y_{i,p}$ - розрахункове значення навантаження в напрямку  $i$ .

$Y_i$  - середнє (математичне очікування) у цім же напрямку.

#### 4 ЗАВДАННЯ

##### Завдання 1.

На комутаційну систему надходить потік викликів, що створює навантаження  $Y$  ерланг. Визначити ймовірності надходження рівно  $i$  викликів  $P_i$  ( $i=0, 1, 2 \dots N$ ) при примітивному потоці від  $N$  джерел та  $P_i$  ( $i=0, 1, 2 \dots j \dots$ ) при найпростішому потоці викликів. Побудувати криві розподілу ймовірностей  $P_i = f(i)$  і зробити порівняння отриманих результатів. Величини  $Y, N$  наведені в табл. 1.

Таблиця 1

| Номер варіанта | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Y, Ерл         | 1,8 | 2,4 | 4,0 | 3,6 | 3,6 | 2,1 | 2,8 | 2,8 | 4,5 |
| N              | 5   | 6   | 10  | 8   | 9   | 6   | 8   | 7   | 9   |

| Номер варіанта | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Y, Ерл         | 1,5 | 2,0 | 1,8 | 3,2 | 5,0 | 2,1 | 4,7 | 4,3 | 3,5 | 4,5 |
| N              | 5   | 5   | 6   | 8   | 10  | 7   | 10  | 10  | 7   | 10  |

##### Завдання 2.

Пучок ІШК координатної станції типу АТСК -Y обслуговує абонентів одного блоку АІ. Визначити навантаження  $Y$ , що надходить на цей пучок, якщо число абонентів, включених у блок,  $N=1000$ , середнє число викликів від одного абонента  $C$ , середній час розмови  $T$ , частка викликів, що закінчилися розмовою  $P_p$ . Значення  $C, T$  і  $P_p$  наведено в таблиці 2, нумерація на мережі п'яти- або шестизначна.

Таблиця 2.

| Номер варіанта | 0   | 1   | 2    | 3   | 4   | 5    | 6   | 7   | 8   |
|----------------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| с, вик/година  | 2,0 | 2,2 | 2,7  | 3,0 | 2,5 | 2,4  | 2,3 | 2,8 | 2,0 |
| T, с           | 140 | 130 | 120  | 100 | 110 | 130  | 140 | 120 | 140 |
| PP             | 0,6 | 0,7 | 0,65 | 0,6 | 0,7 | 0,55 | 0,6 | 0,6 | 0,7 |

| Номер варіанта | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|----------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|----------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

|                  |      |      |      |     |     |     |      |     |     |     |
|------------------|------|------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| с,<br>вик/година | 2,5  | 3,1  | 3,3  | 2,6 | 2,9 | 2,1 | 2,5  | 3,0 | 3,5 | 2,5 |
| T, с             | 140  | 110  | 100  | 120 | 130 | 140 | 120  | 110 | 90  | 130 |
| P <sub>p</sub>   | 0,55 | 0,55 | 0,50 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,65 | 0,6 | 0,7 | 0,6 |

### Завдання 3.

Повнодоступний пучок з  $V$  ліній обслуговує потік викликів. Визначити пропускну здатність пучка, тобто навантаження  $Y$ , яка може надходити на цей пучок при заданій величині втрат по викликах  $P_B$  у випадку найпростішого потоку й примітивного потоку від  $N_1$  і  $N_2$  джерел. Значення  $V$ ,  $P_B$ ,  $N_1$  і  $N_2$  наведено в таблиці 3. За результатами розрахунків зробити висновки.

Таблиця 3

|                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Номер<br>варіанта | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
| V                 | 4  | 5  | 6  | 8  | 7  | 5  | 6  | 7  | 8  |
| PВ,% <sub>0</sub> | 5  | 1  | 3  | 3  | 6  | 2  | 1  | 4  | 2  |
| N <sub>1</sub>    | 20 | 20 | 40 | 40 | 40 | 20 | 40 | 40 | 40 |
| N <sub>2</sub>    | 10 | 10 | 20 | 20 | 20 | 10 | 20 | 20 | 20 |

|                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Номер<br>варіанта | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| V                 | 4  | 5  | 7  | 9  | 8  | 5  | 6  | 8  | 7  | 5  |
| PВ,% <sub>0</sub> | 10 | 3  | 2  | 2  | 3  | 4  | 2  | 2  | 2  | 5  |
| N <sub>1</sub>    | 20 | 20 | 50 | 50 | 50 | 20 | 40 | 50 | 40 | 20 |
| N <sub>2</sub>    | 10 | 10 | 20 | 40 | 20 | 10 | 20 | 20 | 20 | 10 |

### Завдання 4

На комутаційний блок координатної станції типу АТСК надходить найпростіший потік викликів, який створює навантаження  $Y_6$  ерланг при середній тривалості заняття входу блоку  $t_6$ . Блок обслуговується одним маркером, що працює у режимі з умовними втратами при постійній тривалості заняття  $t_m$ .

Затримані виклики обслуговуються у випадковому порядку незалежно від черговості вступу.



Визначити ймовірність очікування понад припустимий час  $t_d$  і середній час очікування затриманих викликів  $t_3$ . Значення  $Y_6$ ,  $t_6$ ,  $t_m$  і  $t_d$  наведені в табл. 4.

Таблиця 4

| Номер<br>варіанта    | 0    | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |     |
|----------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Y <sub>6</sub> , Ерл | 40   | 35  | 45  | 15  | 20  | 24  | 25  | 36  | 48  |     |
| t <sub>6,3</sub>     | 80   | 70  | 90  | 90  | 60  | 48  | 75  | 72  | 96  |     |
| t <sub>м,3</sub>     | 0,7  | 0,6 | 0,8 | 1,2 | 0,9 | 0,2 | 0,9 | 0,6 | 0,7 |     |
| t <sub>д,3</sub>     | 1,75 | 1,8 | 3,2 | 2,4 | 3,6 | 0,3 | 1,8 | 2,4 | 2,1 |     |
| Номер<br>варіанта    | 9    | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  |
| Y <sub>6</sub> , Ерл | 40   | 30  | 12  | 20  | 20  | 24  | 16  | 15  | 40  | 30  |
| t <sub>м, 3</sub>    | 80   | 60  | 96  | 80  | 60  | 48  | 80  | 60  | 80  | 90  |
| t <sub>м, 3</sub>    | 0,8  | 0,5 | 1,2 | 0,8 | 0,9 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,9 |
| t <sub>д,3</sub>     | 2,4  | 1,0 | 1,8 | 1,6 | 2,7 | 0,8 | 0,5 | 1,2 | 1,8 | 2,7 |

#### Завдання 5

Навантаження, що надходить на щабель ПІ АТСК, обслуговується в даному напрямку пучком ліній з доступністю  $K_{bq}$  при втратах  $P=0,005$ . Навантаження на один вхід щабля -  $a$ , навантаження в напрямку -  $y$ . Визначити методом ефективної доступності ємність пучка  $V$  при установці на щаблі блоків 60x80x400 і 80x120x400. Порівняти отримані результати. Величини  $K_{bq}$ ,  $y$ ,  $a$  наведено в таблиці 5.

Таблиця 5

|                   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Номер<br>варіанта | 0      | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |      |      |
| Kbq               | 20     | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   |      |      |
| у, Ерл            | 30     | 40   | 35   | 45   | 25   | 32   | 23   | 20   | 28   |      |      |
| а, Ерл            | 0,40   | 0,42 | 0,45 | 0,47 | 0,50 | 0,41 | 0,43 | 0,46 | 0,48 |      |      |
| Номер<br>варіанта | 9      | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   |      |
|                   | Kbq    | 20   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   |      |
|                   | у, Ерл | 33   | 45   | 50   | 50   | 55   | 65   | 70   | 53   | 60   | 50   |
|                   | а, Ерл | 0,49 | 0,60 | 0,65 | 0,62 | 0,67 | 0,7  | 0,61 | 0,63 | 0,66 | 0,68 |

### Завдання 6.

На вхід щабля ПІ АТС надходить навантаження по двом пучкам ліній, математичне очікування якої  $Y_1$  і  $Y_2$ . На виході щабля об'єднане навантаження розподіляється по напрямках пропорційно коефіцієнтам  $K_i$ . Визначити розрахункове значення навантаження кожного напрямку й відносне відхилення розрахункового значення навантаження від її математичного очікування. За результатами розрахунків зробити висновок. Вихідні дані наведені в табл.6.

Таблиця 6

| Номер варіанта | 0   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|----------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $Y_1$ , Ерл.   | 35  | 30   | 50   | 65   | 45   | 20   | 33   | 26   | 31   |
| $Y_2$ , Ерл.   | 25  | 60   | 25   | 15   | 30   | 60   | 57   | 24   | 39   |
| $K_1$          | 0,2 | 0,15 | 0,1  | 0,2  | 0,25 | 0,1  | 0,1  | 0,12 | 0,1  |
| $K_2$          | 0,3 | 0,2  | 0,15 | 0,2  | 0,35 | 0,15 | 0,17 | 0,34 | 0,35 |
| $K_3$          | 0,5 | 0,25 | 0,3  | 0,25 | 0,4  | 0,25 | 0,27 | 0,54 | 0,55 |
| $K_4$          | -   | 0,4  | 0,45 | 0,35 | -    | 0,5  | 0,46 | -    | -    |

| Номер варіанта | 9   | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17  | 18   |
|----------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| $Y_1$ , Ерл.   | 20  | 40   | 45   | 25   | 40   | 70   | 48   | 17   | 42  | 51   |
| $Y_2$ , Ерл.   | 30  | 45   | 25   | 50   | 40   | 30   | 37   | 23   | 28  | 29   |
| $K_1$          | 0,1 | 0,2  | 0,15 | 0,1  | 0,15 | 0,1  | 0,13 | 0,15 | 0,1 | 0,1  |
| $K_2$          | 0,2 | 0,35 | 0,2  | 0,25 | 0,25 | 0,15 | 0,20 | 0,35 | 0,3 | 0,15 |
| $K_3$          | 0,3 | 0,45 | 0,3  | 0,3  | 0,6  | 0,35 | 0,27 | 0,5  | 0,6 | 0,3  |
| $K_4$          | 0,4 | -    | 0,35 | 0,35 | -    | 0,4  | 0,4  | -    | -   | 0,45 |

# ДОДАТОК 1

Функції Ерланга:  $P = \frac{\gamma^V}{V!} \left( \sum_{i=0}^V \frac{\gamma^V}{V!} \right)^{-1}$

| \V  | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| γ   |        |        |        |        |        |        |
| 0,6 | 0,0030 |        |        |        |        |        |
| 0,7 | 0,0050 | 0,0007 |        |        |        |        |
| 0,8 | 0,0077 | 0,0012 |        |        |        |        |
| 0,9 | 0,0111 | 0,0020 |        |        |        |        |
| 1,0 | 0,0154 | 0,0031 |        |        |        |        |
| 1,1 |        | 0,0045 | 0,0008 |        |        |        |
| 1,2 |        | 0,0063 | 0,0012 |        |        |        |
| 1,3 |        | 0,0085 | 0,0018 |        |        |        |
| 1,4 |        | 0,0111 | 0,0026 |        |        |        |
| 1,5 |        | 0,0142 | 0,0035 |        |        |        |
| 1,6 |        |        | 0,0047 | 0,0011 |        |        |
| 1,7 |        |        | 0,0061 | 0,0015 |        |        |
| 1,8 |        |        | 0,0078 | 0,0020 |        |        |
| 1,9 |        |        | 0,0098 | 0,0027 |        |        |
| 2,0 |        |        | 0,0121 | 0,0034 |        |        |
| 2,1 |        |        |        | 0,0044 | 0,0011 |        |
| 2,2 |        |        |        | 0,0055 | 0,0015 |        |
| 2,3 |        |        |        | 0,0068 | 0,0019 |        |
| 2,4 |        |        |        | 0,0083 | 0,0025 |        |
| 2,5 |        |        |        | 0,0100 | 0,0031 |        |
| 2,6 |        |        |        | 0,0119 | 0,0039 | 0,0011 |
| 2,7 |        |        |        |        | 0,0047 | 0,0014 |
| 2,8 |        |        |        |        | 0,0057 | 0,0018 |
| 2,9 |        |        |        |        | 0,0068 | 0,0022 |
| 3,0 |        |        |        |        | 0,0081 | 0,0027 |

## ДОДАТОК 2

Функції Енгсета:  $P_B = \frac{c_{N-1}^V \left(\frac{a}{1-a}\right)^V}{\sum_{i=0}^V c_{N-1}^i \left(\frac{a}{1-a}\right)^i} \quad N=const$

| N=10     |       |       |
|----------|-------|-------|
| V<br>a \ | 4     | 5     |
| 0,09     | 0,005 |       |
| 0,10     | 0,007 |       |
| 0,11     | 0,010 | 0,001 |
| 0,12     | 0,014 | 0,002 |
| 0,13     | 0,018 | 0,003 |
| 0,14     | 0,023 | 0,004 |
| 0,15     | 0,028 | 0,005 |

| N=20     |       |       |       |       |       |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| v<br>a \ | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| 0,04     | 0,005 | 0,001 |       |       |       |
| 0,05     | 0,011 | 0,002 |       |       |       |
| 0,06     | 0,020 | 0,004 |       |       |       |
| 0,07     |       | 0,007 | 0,001 |       |       |
| 0,08     |       |       | 0,002 |       |       |
| 0,09     |       |       | 0,004 | 0,001 |       |
| 0,10     |       |       | 0,007 | 0,001 |       |
| 0,11     |       |       | 0,010 | 0,002 |       |
| 0,12     |       |       |       | 0,004 | 0,001 |
| 0,13     |       |       |       | 0,006 | 0,001 |
| 0,14     |       |       |       |       | 0,002 |
| 0,15     |       |       |       |       | 0,003 |
| N=40     |       |       |       |       |       |
| v<br>a \ | 6     | 7     | 8     | 9     |       |
| 0,03     | 0,001 |       |       |       |       |
| 0,04     | 0,003 |       |       |       |       |
| 0,05     | 0,009 | 0,002 |       |       |       |
| 0,06     |       | 0,006 | 0,001 |       |       |
| 0,07     |       | 0,012 | 0,004 | 0,001 |       |
| 0,08     |       |       | 0,008 | 0,002 |       |
| 0,09     |       |       |       | 0,005 |       |
| 0,10     |       |       |       | 0,009 |       |

| N=50     |       |       |   |
|----------|-------|-------|---|
| v<br>a \ | 7     | 8     | 9 |
| 0,04     | 0,002 |       |   |
| 0,05     | 0,008 | 0,002 |   |

|      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 0,06 | 0,018 | 0,006 | 0,002 |
| 0,07 |       | 0,013 | 0,004 |
| 0,08 |       |       | 0,010 |

# ДОДАТОК 3

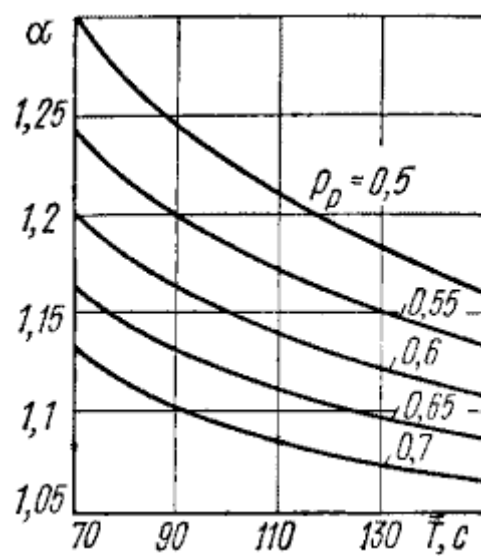


Рис. 1

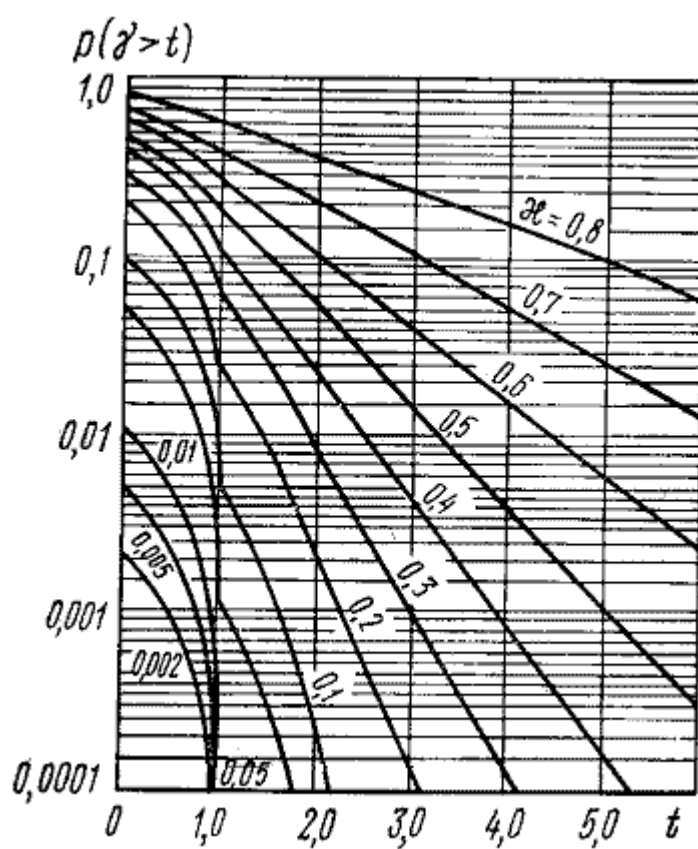


Рис. 2

# ДОДАТОК 4

| d <sub>эфф</sub> | P=0,001  |         | P=0,002  |         | P=0,003  |         | P=0,005  |         | P=0,010  |         |
|------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                  | $\alpha$ | $\beta$ | $\alpha$ | $\beta$ | $\alpha$ | $\beta$ | $\alpha$ | $\beta$ | $\alpha$ | $\beta$ |
| 8                | 2,37     | 3,1     | 2,17     | 3,0     | 2,07     | 2,9     | 1,93     | 2,7     | 1,77     | 2,5     |
| 9                | 2,15     | 3,5     | 1,99     | 3,3     | 1,90     | 3,2     | 1,80     | 3,0     | 1,66     | 2,7     |
| 10               | 1,99     | 3,8     | 1,86     | 3,6     | 1,79     | 3,5     | 1,70     | 3,3     | 1,58     | 2,9     |
| 11               | 1,87     | 4,2     | 1,76     | 3,9     | 1,70     | 3,8     | 1,62     | 3,6     | 1,52     | 3,1     |
| 12               | 1,78     | 4,5     | 1,68     | 4,2     | 1,62     | 4,1     | 1,55     | 3,9     | 1,46     | 3,3     |
| 13               | 1,71     | 4,8     | 1,61     | 4,5     | 1,56     | 4,4     | 1,50     | 4,2     | 1,42     | 3,5     |
| 14               | 1,64     | 5,1     | 1,58     | 4,8     | 1,51     | 4,7     | 1,46     | 4,4     | 1,39     | 3,7     |
| 15               | 1,58     | 5,4     | 1,51     | 5,1     | 1,47     | 4,9     | 1,42     | 4,6     | 1,36     | 3,9     |
| 16               | 1,54     | 5,7     | 1,47     | 5,4     | 1,44     | 5,1     | 1,39     | 4,8     | 1,33     | 4,1     |
| 17               | 1,50     | 6,0     | 1,44     | 5,6     | 1,41     | 5,3     | 1,36     | 5,0     | 1,31     | 4,3     |
| 18               | 1,47     | 6,3     | 1,41     | 5,8     | 1,38     | 5,5     | 1,34     | 5,2     | 1,29     | 4,5     |
| 19               | 1,44     | 6,6     | 1,38     | 6,0     | 1,36     | 5,7     | 1,32     | 5,4     | 1,27     | 4,7     |
| 20               | 1,41     | 6,9     | 1,36     | 6,3     | 1,34     | 5,9     | 1,30     | 5,6     | 1,25     | 4,9     |
| 21               | 1,39     | 7,1     | 1,34     | 6,5     | 1,32     | 6,1     | 1,28     | 5,8     | 1,24     | 5,1     |
| 22               | 1,37     | 7,3     | 1,32     | 6,7     | 1,30     | 6,3     | 1,27     | 6,0     | 1,23     | 5,3     |
| 23               | 1,35     | 7,5     | 1,31     | 6,9     | 1,28     | 6,5     | 1,26     | 6,2     | 1,22     | 5,5     |
| 24               | 1,33     | 7,7     | 1,30     | 7,1     | 1,27     | 6,7     | 1,25     | 6,4     | 1,21     | 5,6     |
| 25               | 1,31     | 7,9     | 1,28     | 7,3     | 1,26     | 6,9     | 1,24     | 6,6     | 1,20     | 5,7     |
| 26               | 1,30     | 8,1     | 1,27     | 7,5     | 1,25     | 7,1     | 1,23     | 6,8     | 1,19     | 5,8     |
| 27               | 1,29     | 8,3     | 1,26     | 7,7     | 1,24     | 7,3     | 1,22     | 7,0     | 1,18     | 5,9     |
| 28               | 1,28     | 8,5     | 1,25     | 7,9     | 1,23     | 7,5     | 1,21     | 7,2     | 1,17     | 6,0     |
| 30               | 1,26     | 8,9     | 1,23     | 8,3     | 1,21     | 7,9     | 1,19     | 7,5     | 1,16     | 6,2     |



## ЛІТЕРАТУРА ОСНОВНА

1. Лившиц Б.С., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика.- М.: Радио и связь. 1985-184с.
2. Корнышев Д.Н., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика.- М.: Радио и связь. 1996-270с
3. Корнышев Ю.Н., Фань Г.Л. теория распределения информации. - М.: Радио и связь. 1985.-184с.

## Справочна

4. Башарин Г.П. Таблицы вероятностей и средних квадратических отклонений потерь на полnodоступном пучке линий.-М.: АН СССР, 1962.-128с.
5. Лившиц Б.С., Фидман Я.В. Системы массового обслуживания с конечным числом источников.- М.: Связь, 1968.- 167 с.
6. Мамонтова Н.П. Справочные материалы (таблицы). Л.:ЛЭИС, 1970.
7. Справочник по вероятностным расчетам.- М.:Воениздат, 1968.-536с.

## Додаткова

8. Гнеденко Б.В., Коваленко Н.Н. Введение в теорию массового обслуживания.-М.:Наука, 1968.-431с.
9. Максимов Г.З., Пшеничников А.П. Телефонная нагрузка местных сетей связи.-М.:Связь, 1969.-152с.
- 10.Шнепс М.А.Численные методы теории телетрафика.-М.: Связь, 1974.- 232с.
- 11.Шнепс М.А. Системы распределения информации. Методы расчета.- М.:Связь, 1979.-344с.
- 12.Штермер Х., Белендорф Э. В и др. Теория телетрафика (основы расчета систем проводной связи). -М.: Связь, 1971,-320с.
- 13.Эллдин А., Линд Г. Основы теории телетрафика.- М.:Связь. 1972.-200с.